

5. Een kwestie van schaal

November 1980

P.J. Schroevers

Gradiënten maken het landschap

Wie van bloemen houdt, weet dat hij op vakantie in Zwitserland ruimschoots aan zijn trekken zal komen. In de hoge bergweiden ervaart hij een bloemenweelde die in Nederland niet zo gemakkelijk aan te wijzen valt. Misschien vindt hij Nederland maar een arm land waar het de variatie van verschillende soorten betreft.

Zo'n conclusie is voorbarig, ook in Nederland kennen we plaatsen met een geweldige rijkdom in de planten- en dierenwereld; we hoeven maar aan het Waddengebied of aan de moerassen van Noordwest-Overijssel te denken. Maar de constatering dat er verschillen bestaan tussen een vlak land als het onze en een berggebied is wel van belang. In de bergen, met hun variatie aan levensomstandigheden over vaak zeer kleine afstanden, is de diversiteit van planten en dieren van nature groot. Dat komt niet alleen door die variatie van levensomstandigheden, het komt ook doordat de verschillen zich op zo korte afstand naast elkaar manifesteren.

In de overgangen blijken soorten voor te komen die noch in het ene uiterste, noch in het andere gevonden worden. Sterker: als twee soortenarme gebieden aan elkaar grenzen die grote verschillen in eigenschappen hebben (zure naast kalkrijke bodem, vocht naast droogte, mineraalarme naast mineraalrijk, etc.), dan zal de overgangsstrook een veel grotere soortenrijkdom te zien geven dan de beide uitersten.

We spreken in zulke gevallen van gradiënten, te omschrijven als geleidelijke overgangen tussen uitersten. De biologische rijkdom van een gebied bestaat bij de gratie van zulke gradiënten. Een voorwaarde voor die rijkdom is overigens wel dat de grenzen stabiel zijn. Daar waar de overgang te abrupt is, waar de grens zich verplaatst zodat de organismen nu eens het ene, dan weer het andere uiterste te verdragen hebben, daar zien we juist armoede aan soorten. We zijn in dat verband gewend om te spreken van 'divergente' en 'convergente' grenzen. Divergente grenzen leveren, door hun inwendige gedifferentieerdheid, een maximum aan variatie in levensomstandigheden zodat veel en bijzondere soorten er kunnen voorkomen. In convergente grenzen voegen juist de levensmogelijkheden zich samen zodat het soortenspectrum eentonig is.

Men zou kunnen zeggen, dat het vlakke land sterk in het nadeel is ten opzichte van de bergen. De grote rijkdom aan gradiënten over kleine afstand die men van de bergen kent, zal men in een vlak land tevergeefs

zoeken. Er komen minder soorten voor en de soorten die het vlakke land en de bergen gezamenlijk hebben, gedragen zich op beide plaatsen heel verschillend. Het gedrag van *Platanthera bifolia*, de welriekende nacht-orchis, zoals we die van Nederlandse veentjes kennen, is wel compleet anders dan die in een Frans middelgebergte als de Vogezes. Als dáár eens grond wordt opengewoeld voor de verbetering van een weg of de bouw van een huis, dan zien we de soort spontaan en in grote aantallen verschijnen. En het jaar daarop uitbundig bloeien – alsof het klaprozen zijn.

In Nederland is het heel anders. Het duurt jaren voor hij komt, hij bloeit nooit zo uitbundig, staat met honderden bij elkaar en het aantal plaatsen waar dat gebeurt, is maar klein, gebonden aan heel speciale voorwaarden. Je kunt zoiets een nadeel noemen, maar het kan net zo goed als een voordeel worden uitgelegd. Een vlak land kent minder de opeenstapeling van microgradiënten met een eigen flora; het zal soortenarmer zijn. Maar de gradiënten die er zijn, zijn wel de weerslag van een ontwikkeling van vele jaren. Als we *Platanthera bifolia* plotseling ergens aantreffen, dan zegt dat wat. Dan weten we, dat zich een gradiënt heeft ontwikkeld die de voorwaarde voor haar vestiging was. Dat is niet niks, zo'n gradiënt moeten we in ere houden.

Ontstaan en handhaving van gradiënten is een natuurgegeven. Het vormt een onderdeel van het zelfordeningsproces dat we als 'natuur' gewend zijn te omschrijven. Maar dat wil niet zeggen dat de mens er geen invloed op zou kunnen uitoefenen. Sinds de mens op aarde is heeft hij ingegrepen in de orde der dingen. Zo schiep hij steeds nieuwe grenzen die dan daarna door de natuur gestabiliseerd werden, tot gradiënten werden waarvan het moeilijk is om het menselijke en het niet-menselijke te scheiden. Mensen breken ook gradiënten af. De schop in een landschap dat door de eeuwen heen ontstaan is, doet alle daarbinnen ontstane verschillen verdwijnen. Maar zo'n actie kan er zelf weer aanleiding toe zijn dat nieuwe gradiënten gaan ontstaan; rijker, meer omvattend dan er eerst waren.

Het hangt van de tijd af of men een menselijke activiteit als verrijkend wil ervaren of als verarmend. Het is immers de stabilisering die van een gegeven grenssituatie een gradiënt weet te maken? Moeilijk wordt het, als stabilisering binnen een zeker tijdsbestek niet meer mogelijk is omdat nieuwe processen plaatsvinden, nog voor de oude zijn uitgewerkt. Dan wordt terecht van 'verarming' gesproken.

Maar het is en blijft een subjectieve uitspraak: het 'verrijkende' van zo'n toestand is voor ons niet interessant meer en dus laten we dat aspect vallen. Nederland is door de mens tot een gradiëntenrijk land gemaakt. Er is, dacht ik, geen land ter wereld te noemen waar de invloed van de mens op de aanwezigheid van gradiënten groter is dan Nederland.

Maar in onze tijd dreigt hij alles wat hij heeft opgebouwd, zelf weer af te breken. En daarom rijst de vraag: hoe was het zonder de mens, wat heeft hij er van gemaakt en in hoeverre kunnen we spreken van een omslagpunt in de relatie mens-natuur? Hoe uit zich dat omslagpunt in de verschillende activiteiten en hoe zijn daaruit gevolgtrekkingen voor de toekomst te maken?

Nederland: één grootschalige gradiënt

Het vereist enige lenigheid van geest om zich een voorstelling te maken van de natuurlijke voorwaarden die ons deltagebied voor menselijke bewoning gesteld heeft. Dat komt niet alleen doordat ze gezocht moeten worden in een periode, waarin de mens nog niet gewend was om alle dingen te onderzoeken en op schrift vast te leggen. Het komt óók omdat het land tijdens haar vorming al heel intensief door de mensen bewerkt en veranderd werd. Geologisch gesproken is Nederland heel jong. Alleen het zuiden van de provincie Limburg is ouder dan van Kwartaire oorsprong. En van de rest is zeker de helft pas na de ijstijden gevormd, toen in Europa al op veel plaatsen de mensen sterk in de natuur ingrepen. Dit Holocene deel van ons land zou, door de gedurige stijging van de zeespiegel, allang weer zijn verzwolgen als de mens niet alles in het werk zou hebben gesteld om het te behouden. Het is dus moeilijk om de natuurlijke ontstaanswijzen te scheiden van de activiteiten van de mens. Beide vonden tegelijk plaats. Maar we kunnen zeggen dat de beïnvloeding van het Holoceen pas na Christus' geboorte vorm begon aan te nemen. Voor die streek valt het jaar nul dan ook als een goede vorm te hanteren.



Figuur 1
Reconstructie van de kustzoning in Nederland gedurende het Holoceen, als de mens er geen invloed op zou hebben uitgeoefend.

In het Pleistoceen is de beïnvloeding veel ouder. Maar daar staat tegenover dat we ecologisch het Pleistoceen – op de ondoordringbare hoogvenen na – als een eenheid kunnen zien. In deze gedachtengang valt Nederland als een grote gradiënt te beschouwen: een brede kustzonering met kenmerkende zones, die kort samengevat als volgt zijn te omschrijven:

1. De belangrijkste actie die de natuur tijdens het Holoceen ondernam, is de vorming van strandwallen op enige afstand van de bestaande kustlijn. Op enkele plaatsen waren die wallen onderbroken want de aanvoer van water uit de rivieren moest zijn weg naar zee weten te vinden. Zo af en toe sloeg de zee daarom grote bressen in de wal en haar duinenrijen.
2. Zo ontstond tussen kustlijn en strandwallen een slibrijk gebied. In het stagnerende water werden de fijnere bestanddelen afgezet. Kreeken doorsneden dit, omzoomd door schorren, kwelders en droogvallende platen. We moeten ons smalle zones van schorren voorstellen waar de zee nog regelmatig overheen ging, met schorrenkruid (*Suaeda maritima*) en zeekraal (*Salicornia europaea*). Daartegenover ontstonden onafzienbare kwelders, gekenmerkt door planten als ronde rus (*Juncus gerardi*), lamsoor (*Limonium vulgare*), Engels gras (*Armeria maritima*) etc.
3. Als een reusachtige deken heeft zich over de landzijde van dit systeem een onafzienbaar veenveld uitgestrekt. Kwelders hebben de neiging om langs hun zeewaarts gerichte randen hoger te worden, zodat in de achterliggende delen de zee nog maar zelden komt. Daar blijft wel het regenwater staan en het, eveneens zoete, rivierwater stagneert. Zo ontstonden moerassen, eerst met riet en zeggen, later met geboomte. Verder van de rivieren verwijderd, waar veenmos (*Sphagnum* spp.) haar intree kon doen, werd het veen op den duur 'ombrotroof'. Dat wil zeggen alleen door regen gevoed hoogveen, waarin naast veenmossen alleen zonnedauw (*Drosera* spp.), wollegras (*Eriophorum* spp.), hei en begeleiders zich thuis voelen.
4. Langs de rivieren moet in oorsprong veel bos geweest zijn, vooral in de kommen die zich bevonden tussen het vlechtwerk van zandwallen, gevormd door de steeds wisselende loop. De bossen werden gekenmerkt door elzen, wilgen, essen en iepen. Naar het westen gingen ze steeds meer over in voedselrijke, hoogproductieve moerassen waaruit zich het voedselrijke boom-, riet- en zeggeveen vormde.
5. De Pleistocene zandgronden, hoewel meer dan 6000 jaar geleden al intensief door mensen beïnvloed, zijn te reconstrueren als arme gronden met bossen van voornamelijk eiken, berken en hazelaars.

Op de vochtige, rijkere delen gingen die samen met elzen, iepen en essen.

6. Hier en daar waar door kleilagen of oerbanken water stagneerde, ontstonden voedselarme plassen, (vennen), waarvan er vele nu nog bestaan. Daar ging het om gemeenschappen van oeverkruid (*Littorella uniflora*), waterlobelia (*Lobelia dortmanna*) en andere. Vaak kregen deze plasjes langs hun randen of in het midden ombrotrofe veenvorming. Grotere hoogvenen waren er ook in het oosten (Drenthe) en zuiden (De Peel).



Het kwelderlandschap zoals dat o.a. op de Boschplaat (Terschelling) voorkomt, vertoont grote gelijkenis met het Nederlandse landschap vóór enig menselijk ingrijpen plaatsvond.

De dierenwereld paste zich aan dit patroon aan. Oeros, wisent, eland en bruine beer leefden vooral in de savanneachtige delen van het kustgebied; edelhert, ree en wild zwijn hielden zich voornamelijk op de hogere gronden op, terwijl dassen, vossen en wolven in beide voorkwamen. In de wateren, voor zover niet voorkomend in het Pleistoceen of in de ombrotrofe veengebieden, moet veel vis geleeft hebben. Snoeken en steuren waren de eerste vissen die in de consumptieresten van mensen werden aangetroffen. Ze wijzen op zoet en voedselrijk water dat in de kweldergebieden en in de eutrofe moerassen ruim voorhanden moet zijn geweest.

Als geheel komt het beeld naar voren van een grootschalige gradiënt met een vijftal zones die men als kenmerkend kan beschouwen voor dit stukje aarde; het ontleent daaraan ook zijn ecologische betekenis. Ondanks de betrekkelijke eenvormigheid is ook variatie naar binnen toe te verwachten. Zo zullen de overgangen tussen de zones, o.a. van Pleistocene naar Holoceen, van kustveen naar kwelder, rijke begroeiingen te zien hebben gegeven met kleine zeggen en hun begeleiders; er zullen weiden zijn geweest, gekleurd door *Orchis morio* in de randen van de kwelder. En langs de duinen moeten zich velden hebben uitgestrekt met knopbiesbegroeiingen; nu gebieden die geliefd zijn om hun bijzondere soorten.

De mens als maker van gradiënten

Gradiënten vindt men ook in de structuren die het menselijke bedrijf heeft doen ontstaan. Een stad, centrum van activiteit, kan men opgebouwd denken volgens concentrische ringen waarin zich verschillende bezigheden afspelen: wonen, werken en recreëren in hun verschillende hoedanigheden. De Duitse econoom Alexander von Thünen, in het midden van de 19^e eeuw, heeft het ontstaan van zulke structuren verklaard uit economische principes. Hij stelde dat de kosten en baten van activiteiten mede worden bepaald door de afstand ten opzichte van andere activiteiten; centra van bewoning vormen daarvoor een uitstralingspunt. Men spreekt wel van de 'Thünense ringen' van een stad. Ook rond kleinere dorpen, zelfs in de bedrijfsvoering van afgelegen boerderijen, kon Von Thünen zijn principes herkennen.

Een voorwaarde voor het ontstaan van zulke structuren – Von Thünen was zich dat heel goed bewust – is dat het te onderzoeken gebied een grote mate van autonomie bezit, die centra ook inderdaad centra laat zijn. In zijn tijd waren autonome structuren nog ruimschoots voorhanden.

Het bestaan van Thünense ringen heeft ook voor het landschap grote gevolgen gehad. In agrarische streken, waar door de oogst voedingsstoffen aan de bodem onttrokken werden, kon het tekort worden aangevuld door uit de omgeving steeds nieuwe voedingsstoffen te halen. De economische mo-



Figuur 2
Gezicht op Haarlem met bleekvelden van J. van Ruysdael geeft een goed beeld van het landschap rond een 17^e-eeuwse stad, waarin Thünense ringen zijn waar te nemen.

gelijkheden hiertoe werden bepaald door de moeite die men moest doen om dit voor elkaar te krijgen. Zo ontstonden rond de woonkernen concentrische ringen met afnemende voedselrijkdom; met andere woorden: er vormden zich gradiënten die in de loop van de eeuwen een zelfordingsproces hebben ondergaan, die daardoor een 'natuurlijk' karakter aannamen, al weten we dat de mens bij de instandhouding niet gemist kan worden.

In latere tijd heeft de gedachte aan de Thünense ringen opnieuw de aandacht getrokken, toen ze werden teruggevonden in de structuur van het Nederlandse Pleistocene landschap, al meer dan duizend jaar in cultuur in een gesloten agrarische leefwijze. Akkerbouw werd geconcentreerd rond de woonkernen. De rest van het land werd extensief begraasd door vee, hoofdzakelijk schapen. Doordat deze schapen gedurende de nacht op stal werden gezet, kon men de mest opvangen. Deze werd, vermengd met stro en heiplaggen uit hun potstal, op het akkerland rond het dorp, de 'es', aangebracht.

Zo ontstonden de esdorpen, gekenmerkt door een woonkern, gezamenlijke bouwgrond eromheen. Daarbuiten was de hei, een uitgestrekte vlakte met struikhei en kleine bremsoorten, op vochtige plekken dophei. Dat geheel in stand gehouden door extensieve beweiding, branden en plaggen.

Wat ook ontstond, waren de eerste antropogene gradiënten. De geleidelijke, constante maar zeer sprekende overgangen van de relatieve voedselrijkdom van de essen naar de grote voedselarmoede van de heide leverde allerhande rijke vegetaties op waaraan zich een weelderig dierenleven aanpaste, in concentrische ringen rond de woonkernen gegroepeerd. Vooral de hakhoutwallen met hun rijkdom aan ondergroei, reptielen en insecten vallen hierbij op.

Het beeld van de Thünense ringen dringt zich onmiskkenbaar op. Het is de antropogene oorsprong van de grote soortenrijkdom die het Pleistocene essengebied te bieden had. Dat landschap heeft zich tot het begin van deze eeuw²⁹ gehandhaafd; nog 50 jaar geleden³⁰ kon men van Groningen naar Eindhoven fietsen over de hei, met slechts een kleine onderbreking bij de grote rivieren.

Het principe van de Thünense ringen vindt men op allerlei plaatsen en in allerlei variaties terug, ook in de Holocene gebieden. Zoals in de 'slagenlandschappen', ontstaan door ontginning van de grote venen in het begin van de Middeleeuwen. Deze worden gekenmerkt door hun soms kilometers lange, circa vijftig meter brede kavels, hun vele sloten en boerderijen in een lange rij aan de voorzijde van die kavels. Dat zijn

²⁹Het gaat hier, gezien het moment van schrijven, natuurlijk om de 20^e eeuw

³⁰Idem

voornamelijk veeteeltgebieden. Het vee graast in het land achter de boerderij. De hooilanden vinden we daarachter, waarbij de bemestingsintensiteit naar achteren afneemt. Een groot deel werd eeuwenlang wel gemaaid, niet bemest.

Tenslotte waren er nog stukken waar ook niet gehooid werd. De veenvorming ging daar soms onbekommerd zijn gang en werd telkens gestagneerd doordat men de kavels ontveende. Daarna groeiden ze dicht en na verloop van tijd vormde zich weer nieuw veen. De onbemeste hooilanden leverden in de loop van de eeuwen een formidabel rijke gemeenschap op, die als 'blauwgrasland' bekend staat. Dominerende zeggen als blauwe zegge (*Carex panicea*) en zegroene zegge (*Carex flacca*) leverden het veld zijn eigenaardige blauwe kleur.

Vijftig jaar terug waren van dit type nog duizenden hectaren te vinden. Het is na de Tweede Wereldoorlog geslonken tot amper 400 hectare in heel Nederland. Het is het ergste verlies dat de Nederlandse flora kon ervaren.

Wie het beeld van de Thünense ringen in deze gradiënten heeft doorzien, zal er geen moeite mee hebben ze ook op kleine schaal terug te vinden in houtwallen, sloten, paden, dijken, polders, alle met effecten die duidelijke zoneringen in intensiteit laten zien en de daarbij behorende gradiënten.

Resumerend kunnen we zeggen dat de oorspronkelijke set van variatiemogelijkheden binnen het Nederlandse ecosysteem op een enorme manier is uitgebreid. Tot op zekere hoogte kan dat worden toegeschreven aan een natuurlijke factor: de relatieve stijging van het zeeniveau. De geschakeerdheid van de West-Nederlandse ondergrond is het gevolg van de vele, vaak dramatische dijkdoorbraken die tot in onze tijd plaatsvinden en waartegen de mens door inpolderingen sinds de 16^e eeuw probeert zijn verlies te herwinnen.

Maar van veel grotere betekenis voor de variatie in het landschap is en blijft toch de mens. Zijn ontginnings- en beheersvormen hebben ook op andere wijzen het karakter van het land bepaald. Ze hebben ook ongewenst een aantal erosieverschijnselen doen ontstaan zoals de laagveenplassen en de zandverstuivingen. De belangrijkste actie van de mens is dat hij natuurlijke gradiënten heeft versterkt en nieuwe heeft geschapen door zijn – onbewust – toepassen van het Thünense principe. De oude vijfdeling heeft plaats gemaakt voor een veelvoud van typen en het stuur achter deze ontwikkeling is voor 90% de mens.

Afbraak van gradiënten

De categorie van weidevogels: kievit, tureluur, grutto, kemphaan en andere is in zijn broedgebied vrijwel beperkt tot Nederland. In grootschalig Europees verband blijkt Nederland een *Limes divergens* te vormen voor organismen die zich gemakkelijk over grote afstanden verplaatsen. Het merendeel van deze vogels broedt in de polderstreken die in de 16^e

en 17^e eeuw zijn teruggewonnen op de zee, nadat de stijgende zeespiegel bressen in het land had geslagen.

Plaatselijk gezien zijn die polders juist het tegendeel van zo'n rijke gradiënt: rechte wegen, vierkante kavels met hoogproductieve bodems. De aanwezigheid van zoveel bijzondere dieren kan men verbinden aan de uniciteit van een rivierdeltagebied met haar menselijke stempel. Men kan haar ook zien als uiting van schaalvergroting in een tijd van expansie die in Nederland nu eenmaal in de 17^e eeuw bestond.

Rijkdom aan weidevogels gaat ongetwijfeld gepaard aan vernietiging van heel veel biologisch rijke gebieden: gradiënten in en rond de wateren waaruit de polders zijn gemaakt. Vandaag blijkt echter dat de soorten die toen hun kans kregen, zelf weer sterk in aantal achteruitgaan: van de weidevogels zijn tenminste de watersnip, grutto, kemphaan en tureluur bedreigd. Wat er voor in de plaats komt, mist die specificiteit die Nederland haar eigen karakter geeft.

Rigoureuze landhervormingen, gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen, verzuring van de lucht, toenemende urbanisatie en infrastructuur – het zijn de bekende verschijnselen die de verarming van flora en fauna begeleiden; in Nederland misschien het meest van Europa. De graad van urbanisatie springt direct in het oog als we een stukje stafkaart van het Nederlandse buitengebied vergelijken met dat van een willekeurig stukje in een ander Europees land.

De bemestingsintensiteit is nergens in Europa hoger dan in Nederland. Gemiddeld gaat er zo'n 500 kilo aan kunstmeststoffen voor stikstof-, fosfaat- en kaliumbemesting per jaar over een hectare, tegen bijvoorbeeld twee- tot driehonderd in Frankrijk en Duitsland; en minder dan honderd in de mediterrane en Oost-Europese landen.

Het mag inmiddels bekend worden verondersteld dat het aantal zeehonden in de Waddenzee is verminderd tot 300 exemplaren en dat de achteruitgang nog steeds doorgaat. Er is een sterke achteruitgang van vleermuizen, van knaagdieren als hamster, hazelmuis, woelmuis en veldmuis, en van grote landroofdieren als das, otter, bunzing, boom- en steenmarter. Onder de vogels zijn, naast de al genoemde weidevogels, nog een drieëntwintigtal als sterk bedreigd aangemerkt.

Ook bij de vissen is de toestand slecht. Van de 41 oorspronkelijke inheemse soorten zijn er vier verdwenen (steur, houting, zalm en elft). Zeventien andere zijn min of meer ernstig in aantal achteruitgegaan, waaronder heel gewone soorten zoals de kwabaal en de snoek. Hoewel exacte cijfers ons ontbreken, weten we dat bij ongewervelde diergroepen de situatie niet beter, maar vaak slechter is. Van de dagvlinders bijvoorbeeld zijn alle soorten sterk bedreigd, met uitzondering van die welke zich ophouden in tuinen en parken. Negen van de in totaal 72 inheemse soorten zijn uit de Nederlandse fauna verdwenen.

Van hogere planten is de verandering der laatste decennia goed na te gaan doordat men over gedocumenteerde informatie beschikt van de verspreiding vóór 1925. Deze is vastgelegd in verspreidingskaartjes per soort volgens een systeem van kwadranten van 5 km. Het Rijksherbarium te Leiden heeft deze inventarisatie in de zeventiger jaren herhaald zodat de verandering sindsdien valt na te gaan. De zeldzaamheid van soorten kan men in een getal uitdrukken door het aantal kwadranten te tellen waarin die soort gevonden wordt. Door de verandering van zo'n waarde voor alle soorten na te gaan, kan men tot een redelijke indicatie komen van de verschuivingen die sinds 1925 hebben plaatsgevonden.

Meer dan 600, vroeger veelal redelijk algemene soorten blijken teruggedrongen te zijn tot minder dan dertig kwadranten. Dat is zo'n 46% van de Nederlandse flora. In werkelijkheid is die verandering nog ingrijpender, want veel van deze soorten kwamen vroeger in grote aantallen binnen de kwadranten voor, waar er nu nog maar enkele exemplaren staan. Ze weten zich nog in natuureservaten te handhaven waar ze met speciale zorg worden omringd. Maar hun bestaan is daarmee niet veilig gesteld want de aantallen gaan ook daar achteruit.

Daarnaast zijn er soorten die typisch zijn voor het Nederlandse poldergebied, van nature overal voorkomend maar ook overal een evidente achteruitgang vertonen, zoals krabbenscheer (*Stratiotes aloides*) of melkkruid (*Glaux maritima*). Het gaat hier om soorten die, net als de weidevogels, buiten Nederland niet of slechts sporadisch voorkomen.

Men kan een optelsom als hierboven³¹ werd geschetst voor de totale Nederlandse flora, ook maken voor ecologische categorieën, zoals onkruiden, soorten van vochtige weiden, hei- en veenplanten, etc. Dan blijkt dat de grootste klappen vallen in de categorieën van vochtminnende soorten, die bovendien matig voedselrijke (mesotrofe) toestanden prefereren. Dat zijn precies die categorieën die hun bestaan danken aan de Thünense ringen en dus aan de differentiërende werking van het menselijke bedrijf.

Het is ook niet zo moeilijk om te bedenken aan welke zware druk deze gradiëntstructuren staan blootgesteld. De voortdurende stroom van energie en materie die het landschap van buitenaf toegevoegd krijgt, heeft een omkering teweeggebracht in de verhouding tussen voedselarmoede en voedselrijkdom. Vroeger was sprake van eilanden van menselijke activiteit in een natuur die constant probeerde haar 'rechten' te hernemen. De intensieve bemesting, hier zojuist al genoemd, heeft zich als een deken uitgespreid over alle structuren waardoor verschillen tussen de onderdelen wegvallen.

³¹De lezer zal zich realiseren dat bovenstaande aantallen zo'n 45 jaar geleden zijn genoteerd

De laatste jaren is hier, als een extra grauwsluiër, nog de zogenaamde bio-industrie overheen gekomen. Dat is geconcentreerde teelt van stalvee, op voeding van elders en daarmee onafhankelijk van de bodemgesteldheid, maar deze wel massaal verontreinigend. De resten van de oude overgangen liggen nu als natuurreservaten in dit volkomen veranderde landschap. Het is logisch dat ze deze enorme druk maar slecht kunnen verwerken.

Er ligt een natuurlijke regel aan ten grondslag die we de 'asymmetrie van de macht' zouden kunnen noemen. Zoals de stilte nooit het lawaai verstoort maar het lawaai altijd de stilte, zo is de structuurrijkdom van onze natuurlijke omgeving altijd het haasje bij een sterke druk van energie en materie. Het is ongelooflijk te zien welke bijzondere strategieën de natuur heeft om zo'n principe vol te houden: altijd is lekkage aanwijsbaar, waar we dachten een absolute grens te hebben aangebracht. Een enkel voorbeeld van zo'n lekkage: het vuil van de steden wordt buiten die steden op speciale terreinen geloosd. Kapmeeuwen zoeken er hun voedsel en ontwikkelen zich dan ook massaal. Maar kapmeeuwen broeden bij voorkeur in voedselarme, moerasachtige streken. Tientallen van onze heidevennen worden door de uitwerpselen van deze meeuwen – en dus indirect door het stadsvuil – bedorven.

Men zou het een voorbeeld van 'ruimtelijk synergisme' kunnen noemen: de effecten van een plaatselijke handeling worden door heel andere mechanismen zo uitgesmeerd dat ze zich tot in de verste uithoeken manifesteren. Ook de verzuring van de lucht door de toename van zwaveldioxide kan hierbij genoemd worden. De voedselarmere refugia zijn daar het minste tegen bestand en blijken er ernstig door te worden aangetast. De talrijke wegen die de verbinding met de buitenwereld in stand moeten houden – voorwaarde voor zo'n ongeremde stroom van energie en materie – snijden in de patronen. Ze leggen ze uiteen in kleine stukjes, die daardoor te klein zijn als biotoop voor vele dieren; die bovendien des te moeilijker te handhaven zijn. Het kost weinig moeite om meer factoren van verarming te bedenken. Al deze effecten grijpen in op de natuurlijke gradiënten die het gevolg zijn van eeuwenlange omgang van de mens met de natuur.

Het zal duidelijk zijn dat dit niet zonder gevolgen kan blijven. In het algemeen kunnen we stellen dat voor het plantenleven twee factoren de zaak beheersen: bemesting die de natuurlijke overgangen van rijk naar arm verloren doet gaan, en de drastische veranderingen van het waterpeil die overal plaatsvinden onder de omschrijving van 'landverbetering', al leiden ze momenteel zelfs tot verlaging van de productiviteit.

Voor het waterleven speelt de factor van de verontreiniging ook een grote rol terwijl dieren, vooral de grotere, sterk te lijden hebben van de versnippering van hun gebied door infrastructurele werken; de populaties worden te klein om zichzelf in stand te kunnen houden.

Een kwestie van schaal

Laten we onze gedachten nog eens dwalen over de ontstaansgeschiedenis van het Nederlandse landschap, dan valt op hoe men, ook in de tijd gezien, van een gradiënt kan spreken met vergelijkbare kenmerken als de ruimtelijke: een grootschalig landschap is vervangen door een ander grootschalig landschap, maar dat kon alleen gebeuren in een geleidelijk proces, waarin juist het kleinschalige aspect zo kenmerkend was. Rijkdom van de natuur blijkt afhankelijk te zijn van een balans tussen 'geleidelijk blijven' en 'veranderen'. Het feit dat dit evenwicht in onze maatschappij niet gevonden is, uit zich in de afbraak van het landschap in onze dagen.

Het is niet zo gemakkelijk om daar een waardeoordeel aan te verbinden. Wanneer is er nu sprake van een omslagpunt, waarbij verrijking overgaat in verarming? We zien dat de mens in de loop van de tijd gradiënten heeft afgebroken en andere heeft gemaakt. We zien ook dat het maken van nieuwe gradiënten inhoudt dat er andere gradiënten verdwijnen. Verrijking en verarming gaan hand in hand. Of we een activiteit als verarmend of als verrijkend ervaren, hangt af van een aantal persoonlijke keuzen, samenhangend met de schaal in ruimte en tijd waarop we kijken:

1. Micro-organismencombinaties vormen zich veel sneller en over veel kleinere afstanden dan gemeenschappen die een groter bereik hebben, zoals hogere planten of grote zoogdieren. Dat houdt in dat een menselijke activiteit op verschillende schalen verschillend te tolereren is. Het verdwijnen van grote zoogdieren en het ontstaan van blauwgraslanden zijn twee zaken die direct met elkaar te maken hebben. Eutrofiërende invloeden kunnen voor algengemeenschappen in het water zelfs nu nog zeer verrijkend zijn.
2. Het proces van schaalvergroting in door de mens beïnvloede milieus houdt tegelijk een schaalverkleining in van het resterende gebied. Sommige soorten hebben te lijden van het eerste, andere van het tweede. Zich ontwikkelende infrastructuur isoleert eerst de grotere dieren maar begunstigt het binnenkomen van nieuwe elementen.
3. Ook per grootteklasse van organismen kan het oordeel verschuiven naarmate we op andere schalen gaan oordelen. Eutrofiëring van een hoogveen doet nieuwe planten en dieren zich vestigen – een duidelijke verhoging van de diversiteit op de schaal van het gebied zelf. Maar de zeldzame soorten verdwijnen, zodat voor het gehele land zo'n actie diversiteitverlagend werkt.

4. Daar komt nog bij dat het tijdstip van beoordelen heel sterk meespeelt bij onze eindwaardering. De grote verveningen in de Middeleeuwen moeten bepaald geen fraai gezicht zijn geweest – om maar te zwijgen van de enorme veenbranden die voor de zoutproductie hebben plaatsgevonden. Grootschalig waren ze zeker. Voor ons huidige landschap betekenen ze een verrijking. Hoe langer geleden de ingrepen plaatsvonden, hoe minder we geneigd zijn om de kwalijke kanten ervan te bezien.
5. Tenslotte is er nog de complicatie dat ook de vorm van de beïnvloeding telt. Het gaat daarbij vooral om de verhouding tussen oppervlak en energetische belasting. Regeneratie treedt des te sneller op naarmate die relatieve belasting lager is.

Keuze

Al met al blijkt het wel heel moeilijk om te beoordelen of een bepaalde handelwijze nu als verrijkend of als verarmend dient te worden beschouwd. We willen het hier toch doen en wel op basis van een eigen, arbitraire schaalkeuze. Bij die keuze is met een reeks van overwegingen rekening gehouden. Als tijdschaal is ongeveer anderhalve eeuw aangehouden; dat is voor regeneratie zo ongeveer de tijdschaal die we bij onze omgang met het landschap kunnen overzien.

Als ruimteschaal is het Nederlandse grondgebied genomen, waarbij twee waardeoordelen kunnen gelden: in hoeverre kunnen zich binnen Nederland nog gradiënten manifesteren en in hoeverre heeft Nederland als geheel nog betekenis voor gradiënten op Europees niveau. Als we dit laatste aspect in onze beschouwing betrekken, dan telt ook de vestiging van nieuwe structuren of de handhaving van bestaande.

Zo beschikken we over een aantal maatstaven die ons de mogelijkheid geven uitspraken te doen over de effecten van menselijke activiteiten in het verleden op flora en fauna. De Holocene geschiedenis van Nederland is qua menselijke beïnvloeding grofweg in een negental perioden in te delen. We zouden nu op basis van onze maatstaven na kunnen gaan in hoeverre de activiteiten van zo'n periode als verrijkend of als verarmend te beschouwen zijn, volgens een soort vijfdelige schaal: zeer positief, positief, indifferent, negatief en zeer negatief. We zouden dit kunnen doen voor verschillende categorieën van organismen die alle een gedeelte representeren van de hierboven beschreven schaalverdelingen.

Grotere dieren zijn als het ene uiterste op te vatten, micro-organismen als het andere. Daar tussenin vormen de hogere planten de meest aspectbepalende categorie die zich bovendien het beste voegt in de schaal van onze keuze. Vogels onttrekken zich aan de gevolgde indeling doordat ze zich door de lucht kunnen verplaatsen. Waterorganismen zouden als een aparte groep kunnen worden genoemd vanwege het verbindende element dat water in het landschap vormt. Tenslotte zijn er dan nog de

insecten die in hoofdzaak het patroon van de vegetatie vormen, maar veel gevoeliger zijn door isolatieproblemen.

In deze benadering zou een omslagpunt kunnen worden gevonden in de 17^e eeuw, de tijd van de grote inpolderingen. Maar de snelle aftakeling begon met de industriële revolutie, toen de ontginningen van heidegronden en onbemest veenland een antwoord vormden op de schaalvergroten-activiteiten die door de industriële ontwikkeling waren ont- ketend. In de 20^e eeuw heeft dit geleid tot een massale verdwijning van gradiëntstructuren binnen de grenzen van Nederland; waardoor het jaar 1900 ongeveer als een omslagpunt kan worden beschouwd.

Maar nogmaals: dit beeld is volstrekt hypothetisch en arbitrair. Het is onmogelijk om het werkelijke diversiteitsverloop op een bevredigende wijze te kunnen kwantificeren en de hiervoor vermelde principiële overwegingen blijven het altijd onmogelijk maken om een absoluut model van het verloop te ontwikkelen.

Wat we wel kunnen zien is, dat er onmiskenbaar een verandering plaatsvindt, dat deze verandering door mensen bepaald is, en dat ze ten nauwste verbonden is met de historie van het menselijke systeem, met als belangrijkste fasen:

1. Het ontstaan van een plaatsgebonden cultuur met een eigen, voornamelijk agrarische traditie
2. De renaissance, die uiteindelijk in de vorm van inpoldering leidt tot de eerste werkelijk offensieve activiteiten in de strijd tegen de natuur, vanuit de filosofie dat de natuur te beheersen zou zijn
3. De industriële revolutie en het daaruit voortkomende groeisysteem, als oud en nieuw kapitalisme aan te duiden, respectievelijk zonder en met correcties voor natuur en mens.

Met respect voor alle corrigerende activiteiten die uit ditzelfde systeem voortkomen, moeten wij stellen dat zij een ontwikkeling hebben gelegitimeerd die op geen enkele wijze een omkering van het proces heeft bewerkstelligd. Integendeel: juist de laatste 50 jaar – de tijd van o.a. de georganiseerde natuurbescherming – blijkt de ontwikkeling volkomen uit de hand te lopen.

De hier geschetste veranderingen zouden een dankbaar studieobject kunnen zijn voor een nieuwe richting die men als 'historische landschapsecologie' zou kunnen betitelen: de bestudering van de interactie van mens en natuur in de loop van de historie. Door te trachten dit op energetische basis te doen, zou men de resultaten van zo'n studie rechtstreeks met productieverhoudingen in verband kunnen brengen. In zo'n benadering ligt het voor de hand om de afbraak van de natuur meer te beschouwen als een symptoom van groei, d.w.z. als een gevolg van energieverbruik, dan als een schoonheidsfoutje van een overigens juist systeem.

Kansen voor een nieuwe toekomst

De Thünense ringen die voor een zo belangrijk deel de rijkdom van onze natuur hebben weergegeven, waren in de eerste plaats gradiënten in voedselrijkdom. Door de bemoeienis van de mens werden de arme delen steeds armer, de rijke daarentegen steeds rijker aan nutriënten en organisch materiaal. Als we ons tegelijk realiseren dat structuurrijkdom – en daarmee ook het optimaal functioneren van ecosystemen – juist op de overgangen te vinden is, dan zal het duidelijk zijn dat de afbraak van deze systemen naar twee zijden tot stand kan komen.

De nutriëntrijke delen kunnen te rijk worden aan voedingsstoffen en andere belastingen die met energie te maken hebben. Ze komen in een toestand van overbelasting met allerlei nare gevolgen. We spreken in het algemeen van eutrofiëring, een term die ontleend is aan de ecologie van het water. Het onttrekken van voedingsstoffen staat in de natuurtechniek bekend als verschraling van de bodem. Het is in onze tijd een middel om verloren gegane gradiënten weer terug te krijgen.

In vroegere tijden was dat niet zo. Ze vond toen juist op de armste delen plaats en mergelde de bodem vaak zo sterk uit dat totale ineenstorting het gevolg was. De zandverstuivingen die nu in sommige delen van ons land een welkom recreatiegebied vormen, zijn kleine restanten van barre woestenijen, door mens ontketend, die hele dorpen konden doen verdwijnen. De vergelijking dringt zich op met de massale ontbossingen die in de tropen plaatsvinden. Ook daar gaat het om oude structuren die door totale onttrekking van biomassa ontgeld raken, met grote gevolgen voor de bodem en haar vruchtbaarheid, met afname van levensmogelijkheden voor mens en dier. De vergelijking van deze beide fenomenen is méér dan een analogie.



Figuur 3
Ook te intensieve vervening kan als verschraling beschouwd worden. De storm kreeg er dan vat op waardoor grote stukken land onder water kwamen te staan.

Zandverstuivingen ontstaan niet meer in Nederland, de ramp van de massale ontbossing van de tropen is juist de laatste decennia aanzienlijk toegenomen. Het ene heeft plaats gemaakt voor het andere en er is reden voor om daar een maatschappelijke oorzaak achter te zoeken.

De concentrische structuur die Von Thünen beschreef, was gegroepeerd rond de steden, maar daarnaast kende hij vergelijkbare structuren op de

schaal van het boerenbedrijf. Men kan zeggen dat de gradiëntenstructuur zich op meerdere schalen voltrok waarbij de karakteristieken van de ene schaal zich voegden in die van de andere. In de vroege Middeleeuwen, en daarvoor, vormden ze zich rond de essen en in de veenafgravingen. De opkomst van de steden heeft de structuren grootschaliger gemaakt maar de oude Middeleeuwse differentiatie wist zich juist in de tussengebieden te handhaven.

Datzelfde zien we gebeuren in latere tijden, zoals in de 19^e eeuw waarin door arbeidsdeling belangrijke allocatieverschuivingen gingen optreden. Dat gebeurde onder andere met de ontwikkeling van textielnijverheid op de Pleistocene gronden van Brabant en Twente. Nog steeds ging het hier om structuren binnen nationale grenzen. De idee van biologen om het jaar 1900 als een soort startpunt te beschouwen van de ineenstorting van het landschap van Nederland, is dus niet zo gek.

Nu is het heel anders. We kunnen nu van Thünense ringen spreken op Europese, zelfs op wereldschaal, waarbij het Westen – Noord-Amerika, Japan, West-Europa – de kernen vormen en de derdewerldlanden de periferie. De nog verder doorgevoerde arbeidsdeling maakt dat de grenzen steeds moeilijker te trekken zijn, maar de grondgedachte wordt daardoor niet aangetast.

De vergelijking van Nederland met andere delen van Europa laat zien hoeveel reden er is om over zulke grootschalige gradiënten te praten.

Wie, net als ik, wel eens in Frankrijk gewandeld heeft, weet hoe in de veel gebieden de oude gradiëntstructuren zich weten te handhaven. In Nederland is dit niet meer zo. Ons land is, zo zou men het kunnen zeggen, de es van Europa geworden. Schaalvergroting in de allocaties van menselijke activiteiten, samenhangend met een economisch systeem van groei, heeft ook de landschapsstructuren een schaalvergroting doen ondergaan. Ze is de oorzaak van de enorme verschuivingen die zich in zo'n korte tijd hebben voltrokken en waar natuurbeschermers zich tevergeefs tegen proberen te wapenen.

Economen zijn sinds een aantal jaren gewend om te spreken van overontwikkeling en onderontwikkeling. Zij doelen daarbij op de relaties die regionale structuren met hun omgeving moeten onderhouden voor hun handhaving. Als meer aan goederen en energie wordt ingevoerd dan er uitgaat, dan is er sprake van overontwikkeling; gebeurt het omgekeerde, dan noemt men dit onderontwikkeling.

Het mechanisme dat deze verdeling in stand houdt, blijkt van grote betekenis te zijn als men aan strategieën van verandering wil denken. Er bestaat namelijk ook relatieve, regionale over- en onderontwikkeling. Deze vraagt om activiteiten die de grotere structuren juist consolideren.

Groningen en Limburg, als Nederlandse 'probleemgebieden' bijvoorbeeld, vereisen investeringen. Die maken de kloof met de ontwikkelingslanden groter.

Onze ecologische analyse vindt een weerslag in de vorming van het landschap; ook daarin zien we verschijnselen van over- en onderontwikkeling. Als het mogelijk zou zijn om de natuurlijke potenties voor productie van de bodem in een energetische waarde uit te drukken, en deze te relateren aan de hoeveelheid in- en uitgevoerde energie van een zekere plaats, dan zou men in staat kunnen zijn om deze over- en onderontwikkeling in een maatstaf vast te leggen.

De natuurverarming zou daarmee uitdrukbaar worden als een meerwaardeonttrekking, wat de economen een handvat voor actie zou geven. Het zou – samen met de eerder genoemde historische landschapsecologie – een zinvolle opdracht kunnen zijn voor de landschapsecologen aan onze universiteiten.

Een heel belangrijk verschilpunt tussen de ecologische en de economische beschrijving springt meteen in het oog. Dat is het feit dat de economische onderontwikkeling veel meer een normatief karakter heeft dan de ecologische: men kan de welstand van een bevolkingsgroep niet aan een vaste maat van overontwikkeling binden; de kwaliteit van ecosystemen wel, althans veel gemakkelijker.

Een gevolg daarvan is dat probleemgebieden in economische zin dat in ecologische zin nog lang niet hoeven te zijn. Het tastbare resultaat is dat de levensomstandigheden juist in de ecologisch waardevolle gebieden om verandering vragen. Zowel de ontvolking van het Franse platteland als de intensieve ruilverkavelingen, juist in de meest gave restanten van het Nederlandse cultuurlandschap, tonen die discrepantie.

Ze is misschien wel het belangrijkste mechanisme voor natuurverarming. Wil men aan strategieën voor de toekomst denken, dan zouden deze discrepanties de aandacht van economen verdienen. In een toekomstige wereld van energieschaarste zijn deze gebieden het beste toebereid. Acties in deze zin zouden we een pendant van de gangbare natuurtechniek kunnen noemen: een 'maatschappelijke' of 'politieke' natuurtechniek. Ze bestaat praktisch nog niet.

Hoeveel toekomst heeft het natuurbehoud in Nederland? De totale ineenstorting van de diversiteit aan planten en dieren zette na 1900 in, maar een omslagpunt in de verhouding tussen verrijking en verarming is al veel eerder aanwijsbaar; die blijkt nauw verbonden te zijn met macro-economische verhoudingen. Dat alles maakt het beeld voor de komende jaren weinig hoopvol. Toch lijkt het mij onjuist om daarom bij de pakken te gaan neerzitten.

Het probleem van het natuurbehoud is met de geschetste analyse een symptoom geworden van de crisis van onze tijd en kan in één adem genoemd worden met andere symptomen als werkloosheid, inflatie, derdewereldproblematiek, agressief onbehagen bij jongeren, etc. Overal wordt gezocht naar de wegen om vorm te geven aan de toekomst en het lijkt me terecht dat ook de ecooloog-natuurtechnicus zich daarvoor inzet. Het traditionele natuurbehoud doet dit zeker niet. Wie 'zelfordening' als het wezenskenmerk van het natuurlijke wil zien – dat is in dit artikel ook gebeurd – fronsst wel de wenkbrauwen als hij verneemt van de serieuze overwegingen om het Naardermeer veilig te stellen tegen indroging door water uit het IJmeer in te pompen. Water dat echter wel gezuiverd en gedefosfateerd moet worden. Het gaat hier om een extreem geval, dat is waar. Maar vergelijken we het eens met de inspanningen om een heidelandschap te handhaven of met de constructie van voedselgradiënten in reservaten. Steeds gaat het om ingrijpende voorzieningen, vormen van bewuste ordening, die in feite niets met natuurbehoud als garantie van zelfordening te maken hebben.

Het hedendaagse natuurbehoud handelt dus eigenlijk tegen beter weten in. Daarmee willen we het niet meteen als een zinloze bedrijvigheid opvatten. Het geeft ons de mogelijkheid een vage schim te ervaren van een voorbij verleden. We moeten ons dan wel realiseren dat het een vals beeld is. Het kan met enig geluk waarden in stand houden die ons bij veranderende opvattingen goed van pas kunnen komen; dat is zeker een verdienste. Maar het draagt op geen enkele manier bij tot een strategie van de toekomst, in tegenstelling tot wat zo vaak beweerd wordt. Het is een conservatief bolwerk, met kunst en vliegwerk in stand gehouden. Natuurreservaten kunnen ook een heel andere functie hebben. Zij kunnen de kernen vormen van een nieuwe omgang met onze omgeving; een omgang waarin rijkdom aan planten en dieren weer een afgeleide doelstelling is van andere activiteiten, zoals het lang geweest is en zoals het naar onze omschrijving van natuur ook hoort te zijn.

De weelderige vegetaties van distels, klapprozen en kamille die we op de zojuist verhoogde rivierdijken of langs de bermen van een nieuw aangelegde rijksweg vinden, zijn spontaan gegroeid. Ze vormen het logische antwoord van de natuur op de aanslagen die de mens op het landschap gedaan heeft. Ze zijn daarmee meer natuurlijk dan de met zorg gekoesterde broedvogels in het natuurreservaat. Maar een bijdrage aan de diversiteit van onze flora en fauna leveren die nauwelijks.

Als we de mens zijn gang laten gaan en de natuur laten reageren zoals dat van haar te verwachten valt, dan gaat de verarming ook verder. Dat is wel natuurlijk, maar het is niet wat we willen. Dringt dan zich de gedachte niet op dat natuurreservaten ook een functie kunnen hebben van voorbereiding op een *nieuwe* omgang met de natuur? Zouden ze niet gelijk een broedplaats kunnen zijn voor levensstijlen die zich baseren op

vormen van autonomie, maar dan wel met de mogelijkheden die een moderne samenleving kan bieden?

Zo kunnen reservaten ook een toekomstgerichte functie hebben. Het is fijn om te merken dat de belangstelling voor dit soort van experimenten blijkt te leven. Daarnaast blijft natuurlijk de noodzaak bestaan om economische alternatieven te ontwikkelen die structuren minder afhankelijk maken van de druk van buitenaf. Dan kan autonomie zelfs in onze 'overcommunicatieve' wereld bestaansrecht hebben en een menswaardig bestaan garanderen aan diegenen die aan die vormgeving van het landschap bijdragen; dat zullen vooral de boeren zijn.

In het begin van deze paragraaf is uiteengezet hoe daarbij de ecologie een bijdrage kan leveren. Met erkenning van de noodzaak voor een traditionele natuurbescherming moeten we vaststellen dat deze beide, nog praktisch onbegane, wegen tezamen de toekomst van onze natuur zullen moeten bepalen. Ze moeten de mogelijkheid verschaffen om Thünense ringen weer een nieuwe kans van relevantie te geven.

En dan niet als een herinnering aan een voorbij verleden maar vooral als een teken dat de mens, ondanks zijn kennis, ondanks zijn wereldomvatting en zijn ontworsteling aan een klassebepaald bestaan, in staat en bereid is om in harmonie met de natuur te leven.

Als dat eens waar zou kunnen zijn!

Literatuur

1. **Anon., 1978.** *Het land van Holland; ontwikkelingen in het Noord- en Zuid-Hollandse landschap.* Catalogus van de tentoonstelling van Amsterdams Historisch Museum en Culturele Raad Noord-Holland. In regionaal-historisch tijdschrift *Holland* 10.3.
2. **Anon., 1979.** *Natuurbeheer in Nederland: vormgemeenschappen.* Rijksinstituut voor Natuurbeheer/Pudoc, Leersum/Wageningen.
3. **Beek, W.J., 1971.** *Wat is de omvang van de milieuverontreiniging?* *Toekomstbeeld der Techniek* 8: 11-45. Kon. Inst. v. Ingenieurs.
4. **Goedman, J., 1978.** *Naar een maatschappelijke planologie en planning.* *Ekologische Integratie*, Amsterdam.
5. **Lambert, A.M., 1971.** *The making of the Dutch Landscape. An historical geography of the Netherlands.* Seminar Press, London, New York.
6. **Mennema, J., A.J. Quené-Boterbrood en C.L. Plate, 1980.** *Atlas van de Nederlandse flora. I. Uitgestorven en zeer zeldzame planten.* Rijksherbarium/CBS. Kosmos.
7. **Slicher van Bath, B.H., 1960.** *De agrarische geschiedenis van West-Europa (500-1850).* Aula pocket.
8. **Thünen, J.H. von, 1975.** *Die isolierte Stadt in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. 1e Teil - Untersuchungen über den Einfluss der Getreidepreise, der Kriegs- und die Abgaben auf den Ackerbau.* Von Wiegand, Hempel und Pary, Berlin (3e dr.).

9. **Westhoff, V., P.A. Bakker, Chr.G. van Leeuwen, E.E. van der Voo en L.S. Zonneveld, 1970–1973.** *Wilde planten*, 3 delen. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland.
10. **Zagwijn, W.H., 1974.** *Palaeographic evolution of the Netherlands during the Quaternary*. *Geologie en Mijnbouw* 53: 369–385.